

**BRANKA MATKOVIĆ
RADOVAN MEDVED
BOJAN MATKOVIĆ
SAŠA JANKOVIĆ**

Originalni znanstveni članak
UDC 612.233-053.2
Primljeno 12. 10. 1988.

Fakultet za fizičku kulturu
Sveučilišta u Zagrebu
Horvaćanski zavoj 15

LONGITUDINALNE PROMJENE AEROBNOG KAPACITETA KOD DJEČAKA

aerobni kapacitet / longitudinalna ispitivanja / dječaci / funkcionalne sposobnosti /

Na uzorku 28 dječaka izvršeno je istraživanje s ciljem utvrđivanja longitudinalnih promjena maksimalnog primitka kisika i pridruženih spiroergometrijskih parametara u periodu od osme do dvanaeste godine. U promatranom vremenskom rasponu uočen je značajan porast aerobnih sposobnosti. Također je zaključeno da adaptacija na fizičko opterećenje tokom godina postaje bolja i da srce radi ekonomičnije.

UVOD

Svaka mišićna aktivnost čovjeka zahtijeva određenu količinu energije, to veću što je intenzitet rada veći i što duže traje. Kod kratkotrajnih opterećenja (20-30 sek) organizam koristi energiju iz celularnih zaliha makroenergetskih fosfata, adenozintrifosfata i kreatin fosfata. Ukoliko rad potraje duže neophodna je resinteza adenozintrifosfata kao jedine tvari koja može direktno dati energiju za mišićnu kontrakciju. Adenozintrifosfat se resintetizira ili anaerobnim ili aerobnim putem, odnosno ili bez ili uz prisustvo kisika.

Sposobnost dopremanja kisika aktivnim tkivima jedan je od glavnih faktora koji određuju mogućnost dugotrajnog vršenja nekog rada ili bavljenja sportom. Najveća količina kisika koju organizam može osigurati i potrošiti u aerobnim energetskim procesima, u toku jedne minute, naziva se maksimalni primitak kisika ili aerobni kapacitet. Taj je parametar od ekstremne važnosti za fiziološku ocjenu sposobnosti pojedinca (ili grupe), jer ukazuje na cjelokupnu sposobnost kardiorespiratornog sistema čovjeka. Danas se aerobni kapacitet općenito smatra najboljim fiziološkim pokazateljem fizičke sposobnosti.

Aerobni kapacitet mjerili su do sada brojni istraživači, međutim u najvećem broju slučajeva mjereni su sportaši i odrasle osobe. Daleko manje podataka postoji za dječake i djevojčice, a i kod njih je najčešće ispitivan utjecaj treninga na aerobne sposobnosti.

Bazično djelo u ispitivanju aerobnog kapaciteta djece ostvario je Per-Olaf Astrand 1952. godine. Testirao je veliku grupu zdravih ispitanika oba spola, u dobi od 4 do 18 godina. Utvrdio je povezanost apsolutnih vrijednosti maksimalnog primitka kisika i dobi ispitanika, u smislu postepenog porasta izmjerenih vrijednosti. Prosječni

relativni maksimalni primitak kisika kod dječaka nije ovisio o dobi u ispitivanom periodu, dok je kod djevojčica utvrđena značajna redukcija relativnog primitka kisika od 7 do 17 godine. Inače, uspoređujući međusobno dječake i djevojke, autor je uočio značajno veće vrijednosti apsolutnog maksimalnog primitka kisika kod dječaka u svakoj od promatranih dobi, dok je relativni primitak počeo rasti kod dječaka od desete godine nadalje. U dobi od sedme do devete godine vrijednosti relativnog maksimalnog primitka gotovo su identične kod ispitanika oba spola.

Aerobni kapacitet djece istraživali su nadalje Cerretelli i suradnici (1963), Wilmore i Sigerseth (1967), Schleusing i Luther (1969), Roth i suradnici (1971), Daniels i Oldridge (1971), Ikai i Kitagawa (1972), Rode i Shephard (1973), Schwarz, Silla i Teoste (1974), Andersen i suradnici (1974, 1978), Gerhardus (1980), M. Grandmontagne (1983) i drugi. Navedena istraživanja bila su uglavnom ili transversalna ili jednokratna. Daleko manji broj istraživanja imao je longitudinalni karakter: S. Sprynarova (1974), Kobayashi i suradnici (1978, 1981), Bailey i suradnici (1978).

Najopsežnija longitudinalna istraživanja su ona Kobayashi-a i suradnika. Oni su 1978. godine objavili rezultate longitudinalnog ispitivanja aerobnog kapaciteta japanskih dječaka od devete do osamnaeste godine, a tri godine kasnije i rezultate longitudinalnog istraživanja izvršenog kod japanskih djevojaka također od devete do osamnaeste godine. Uočen je postepeni porast aerobnog kapaciteta, i to veći kod treniranih osoba. Prosječne vrijednosti maksimalnog primitka kisika kod treniranih dječaka i djevojčica bile su u svim dobim grupama veće od prosječnih rezultata netreniranih.

Andersen, Rutenfranz i Seliger su testirali dječake i djevojčice (1978) od njihove osme do dvanaeste godine,

jedanput godišnje. Autori su utvrdili postojanje pozitivnih i negativnih godišnjih oscilacija maksimalnog primitka kisika, u smislu odstupanja od predviđenih vrijednosti na temelju pretpostavke o linearnom porastu maksimalnog primitka kisika vezano uz dob. Ove oscilacije objasnili su variranjem vanjskih činilaca.

Bailey i suradnici, 1978, pratili su promjene aerobnog kapaciteta kod dječaka od osme do petnaeste godine. Osnovni cilj njihovog rada bio je utvrđivanje najboljeg načina za proučavanje utjecaja treninga ili drugih činilaca na aerobni kapacitet djece, kada se želi isključiti utjecaj rasta i razvoja.

U Jugoslaviji istraživanje maksimalnog primitka kisika najčešće je bilo vezano uz utvrđivanje fizičkih sposobnosti vrhunskih sportaša. Samo mali broj radova odnosi se na rezultate mjerenja sprovedenih na dječacima i djevojčicama u dobi od osam i dvanaest godina.

Radojević, Vranešić i Brdarić su 1973 godine ispitivali aerobni i anaerobni kapacitet dječaka u dobi od osam do četrnaest godina. Testiranja su proveli na biciklergometru uz direktno mjerenje maksimalnog primitka kisika. Nešto kasnije, iste godine, Brdarić, Adamović, Marković i Stanojević objavljuju rezultate ispitivanja aerobnog kapaciteta kod dječaka sportaša od osme do petnaeste godine. Autori su na temelju svojih istraživanja izradili normative za pojedina godišta, koji bi trebali poslužiti kao kriterij pri selekciji dječaka za različite sportske discipline.

Brdarić, Matić, Đorđević i Marković su 1976. godine izradili normative maksimalnog primitka kisika, posebno za dječake, posebno za djevojčice, i to za svako godišće od sedme do petnaeste godine. Maksimalni primitak kisika mjeren je za vrijeme rada na biciklergometru prema metodi "Vita maxima".

1984. godine Grgić, Ivančić-Košuta i Ropac ispitivali su tjelesnu sposobnost, determiniranu maksimalnim primitkom kisika, školske djece iz ruralnih krajeva SR Hrvatske. U ispitivanju je primijenjena indirektna metoda za određivanje aerobnog kapaciteta - Astrandov test - kod kojeg se maksimalni primitak kisika procjenjuje pomoću izmjerene frekvencije srca pri submaksimalnom opterećenju na biciklergometru.

Jedino longitudinalno istraživanje u našoj zemlji, do sada, provedeno je na Fakultetu za fizičku kulturu u Zagrebu, a rezultati su djelomično prikazani u radu Medveda i V. Pavišić-Medved 1986. godine. 37 dječaka praćeno je od njihove 15. do 18. godine, uz mjerenje nekih antropometrijskih karakteristika i određivanje maksimalnog primitka kisika direktnom respiracijskom metodom. Utvrđeno je da pretežni dio antropometrijskih dimenzija pokazuje longitudinalni trend porasta sve do 18. godine. Aerobni kapacitet također se značajno povećava u čitavom praćenom periodu i, u usporedbi s podacima iz strane literature, autori zaključuju da je aerobni kapacitet naše muške omladine starije školske dobi primjeren i zadovoljavajući.

Cilj ovog rada bio je utvrđivanje longitudinalnih promjena maksimalnog primitka kisika i pridruženih spiroergometrijskih parametara kod dječaka u periodu od njihove osme do dvanaeste godine.

METODE

Uzorak ispitanika izvučen je iz populacije zdravih učenika drugih razreda jedne od zagrebačkih osnovnih škola, a izbor je izvršen na temelju podataka školskog dispanzera tako da su iz uzorka isključeni svi dječaci koji zbog svog zdravstvenog stanja nisu mogli biti fizički opterećeni.

Istraživanje je bilo longitudinalno, što znači da su isti ispitanici (28 dječaka) praćeni od njihove osme do dvanaeste godine. Testiralo se jednom godišnje, s time da su ispitanici dolazili redoslijedom koji je određen njihovim rođendanom. Naime, nastojalo se da se testiranje provede što bliže upravo onom datumu kada svaki pojedinik ispitanik navršava osam, devet, dvanaest godina, odnosno da među ponovljenim testiranjima prođe točno godinu dana.

Maksimalni primitak kisika mjeren je direktnom metodom putem elektronske aparature Ergo Pneumotest tvrtke Erich Jaeger (SRNJ) pri kontinuiranom opterećenju tipa "Vita maxima" na pokretnom sagu, također tvrtke E. Jaeger. Svi ispitanici podvrgnuti su istom testu koji započinje s četiri minute hodanja po ravnom pri brzini saga od 1,6 km/sat. Nakon toga slijedilo je 3 minute "zagrijavanja" uz nagib od 10% i brzini 4,8 km/sat. Zatim se prešlo na prvi stupanj opterećenja s brzinom od 7,6 km/sat i nagibom od 12%, dalje na drugi s brzinom od 9,6 km/sat i nagibom od 14%, treći s brzinom 11,2 km/sat uz nagib od 16% i na četvrti stupanj s brzinom 12,8 km/sat i nagibom od 18%. Svaki pojedinik stupanj opterećenja trajao je dvije minute.

Ovako veliki nagib pri testiranju na pokretnom sagu primijenjen je zbog nešto slabije koordinacije djece ove dobi. Na taj način ispitanici su bili maksimalno opterećeni uz manju brzinu saga.

Spiroergometrijsko testiranje omogućilo je analizu slijedećih varijabli:

1. Apsolutni maksimalni primitak kisika - VO₂MAX - l/min
2. Relativni maksimalni primitak kisika - VO₂REL - ml/kg/min
3. Respiracijski kvocijent - RQ
4. Ventilacijski ekvivalent - VEQ
5. Maksimalni minutni volumen disanja - MVDMAX - l/min
6. Maksimalna frekvencija srca - F_SMAX
7. Puls kisika - O₂P - ml/otkucaj
8. Maksimalna frekvencija disanja - F_DMAX
9. Vrijeme testiranja - OPTMIN - minute.

Obrada podataka izvršena je u Sveučilišnom računskom centru, posredstvom računskog centra Fakulteta za fizičku kulturu u Zagrebu.

Za sve varijable određeni su osnovni deskriptivni statistički parametri. Stupanj povezanosti između pojedinih varijabli utvrđen je izračunavanjem koeficijenata korelacije. Razlike između pojedinih godišta testirane su analizom varijance i diskriminativnom analizom.

REZULTATI I DISKUSIJA

Prosječne vrijednosti, standardne devijacije, te minimalne i maksimalne vrijednosti spiroergometrijskih pokazatelja prikazane su u tabeli 1. U tablicama 2-6. predloženi su koeficijenti korelacija.

U tabeli 7. prikazane su aritmetičke sredine i standardne devijacije razlika spiroergometrijskih varijabli i njihova značajnost, te Mahalanobisova udaljenost između pojedinih mjerenja i njena značajnost.

Struktura diskriminativnih faktora za pojedina mjerenja prikazana je u tabeli 8.

Maksimalni primitak kisika kreće se od 1.10 kod osmogodišnjaka do 1.92 l/min kod dvanaestogodišnjaka. Iz godine u godinu uočljiv je značajan porast vrijednosti, iako se razlike od mjerenja do mjerenja smanjuju. Najveći porast aerobnog kapaciteta javlja se između 8. i 9. (0.28 l/min), te između 9. i 10. (0.27 l/min) godine, dok je najniži između 11. i 12. godine (0.11 l/min). Iz ovog proističe da odnos između maksimalnog primitka kisika i dobi nije linearan. Naprotiv, ukoliko se povuče pravac između izmjerenih vrijednosti kod osmogodišnjaka i kod dvanaestogodišnjaka, te vrijednosti na pravcu smatramo kao "očekivane", kod pojedinaca se vide odstupanja od tih očekivanih veličina i u pozitivnom i u negativnom smislu. Ove godišnje oscilacije moraju se promatrati kroz svjetlo varijacija vanjskih činilaca, uključivo ponašanje i uobičajenu fizičku aktivnost dječaka. Gledamo li prosječne vrijednosti u cjelini, uočljivo je da su one veće od zamišljenih "predvidivih".

Slične rezultate dobili su i neki drugi autori (Anderson, Rutenfranz, Seliger 1978), jedino što oni bilježe pozitivna i negativna odstupanja od "očekivanih" vrijednosti kod cijele grupe ispitanika.

Relativni maksimalni primitak kisika pokazuje značajan porast između 8. i 9. godine, zatim je porast neznatan, da bi se između 11. i 12. godina značajno smanjila njegova vrijednost. Možemo zaključiti da od 8. do 11. godine porast fizičke sposobnosti donekle nadmašuje rast tijela, što se kasnije gubi.

Prosječne vrijednosti apsolutnog i relativnog maksimalnog primitka kisika uspoređene s rezultatima ranijih istraživanja, pokazuju da fizička sposobnost naše djece nije na zavidnom nivou. Dječaci imaju u prosjeku znatno niži aerobni kapacitet od svojih vršnjaka u Švedskoj (Astrand, 1952; Sunnegardh i Bratteby, 1987), Norveškoj (Anderson i suradnici, 1974; Rutenfranz i suradnici, 1981), Čehoslovačkoj (Seliger i Bartunek, 1976; Sprynarova, Parizkova i Bunc, 1987), Kanadi (Massicatte, Gauthier i Markon, 1985; Paterson, Cunningham i Bumstead, 1986), SR Njemačkoj (Rutenfranz i suradnici,

1981), Nizozemskoj (Saris i suradnici, 1985), nešto je bolji od Japanaca (Ikai i Kitagawa, 1972; Yamaji i Miyashita, 1977; Kobayashi i suradnici, 1981) i sličan Talijanima (Cerretelli, Aghemo i Rovelli, 1963). Usporedba s rezultatima dobivenima u Jugoslaviji (Radojević, Brdarić i Vranešić, 1973; Brdarić i suradnici, 1977; Grgić, Ivančić-Košuta i Ropac, 1985) nije potpuno egzaktna, jednostavno stoga što je metodologija primijenjena u prethodnim istraživanjima bila drugačija. Naime, testiranja su provedena na biciklergometru, a poznato je da se tim postupkom ostvaruju rezultati 5-15% slabiji nego li testiranjem na pokretnom sagu. Inače, rezultati su slični rezultatima Radojevića i suradnika, a prema normativima Brdarića i suradnika naši dječaci imaju prosječni aerobni kapacitet.

Kontinuirani porast iz mjerenja u mjerenje pokazuje i maksimalni minutni volumen disanja. Porast se naravno mora povezati s povećanjem respiracijskog volumena odnosno vitalnog kapaciteta, što potvrđuje i činjenica da frekvencija disanja ima vrlo male oscilacije tokom mjerenja.

Promjene maksimalnih vrijednosti ventilacijskog ekvivalenta, frekvencije srca i respiracijskog kvocijenta uglavnom nisu značajne, što se moglo očekivati, jer su to pokazatelji koji ukazuju na stupanj iscrpljenosti pri maksimalnom opterećenju i poslužili su kao mjera maksimuma pri spiroergometrijskom testiranju.

Diskriminativnom analizom potvrđene su značajne razlike između pojedinih godišta dječaka, s time da se struktura diskriminativnog faktora mijenja. Nosioci razlika između 8. i 9. godine su u prvom redu apsolutni maksimalni primitak kisika i maksimalni minutni volumen disanja. Značajna je i projekcija pulsa kisika i relativnog primitka kisika, dok svi ostali spiroergometrijski pokazatelji imaju praktički nulte projekcije na diskriminativni faktor. Broj diskriminativnih pokazatelja se tokom mjerenja smanjuje. Za razliku između 9. i 10. godine odgovorni su apsolutni primitak kisika i puls kisika, te trajanje testa, između 10. i 11. godine puls kisika, apsolutni primitak kisika i minutni volumen disanja, dok je za razliku između 11. i 12. godine značajan samo minutni volumen disanja.

Iz navedenog može se zaključiti da se razlike aerobnih sposobnosti iz godine u godinu smanjuju, što je naročito uočljivo u dvanaestoj godini. Kod odraslih osoba niži aerobni kapacitet s godinama povezan je uz tehnološki napredak današnjeg svijeta koji uvjetuje hipokineziju. S obzirom na uobičajeno veću fizičku aktivnost djece zabilježena stagnacija aerobnih sposobnosti ne može se vezati uz ovaj razlog. Radi se vjerojatno o jednom neskladu između razvoja morfoloških i aerobnih sposobnosti, gdje ove druge zaostaju.

Tablica 1.: SPIROERGOMETRIJSKI POKAZATELJI DJEČAKA - (aritmetička sredina + standardna devijacija minimalna - maksimalna vrijednost)

	OPTMIN	MVDMAX	FDMAX	FSMAX	VO2MAX	VO2REL	O2P	RQ	VEQ
8	6.0 + 1.5 4.0 - 9.0	42.3 + 8.7 27.0 - 62.0	58.9 + 10.1 32 - 76	190.3 + 13.3 166 - 211	1.10 + 0.17 0.83 - 1.41	39.3 + 5.2 29.2 - 49.9	6.2 + 0.9 4.7 - 8.4	1.07 + 0.07 0.94 - 1.23	36.9 + 4.6 29.7 - 45.6
9	6.0 + 1.4 3.5 - 9.0	54.6 + 9.3 40.0 - 74.0	60.9 + 9.2 49 - 77	196.8 + 9.2 172 - 215	1.38 + 0.19 0.97 - 1.96	47.6 + 8.9 28.5 - 56.5	8.7 + 1.4 5.1 - 11.1	1.05 + 0.07 0.92 - 1.31	35.2 + 4.6 30.3 - 55.8
10	7.2 + 1.5 4.0 - 9.5	60.1 + 9.9 45.0 - 88.0	57.9 + 9.2 43 - 77	198.9 + 7.5 182 - 209	1.65 + 0.26 1.17 - 2.29	47.6 + 8.9 26.8 - 66.3	8.7 + 1.4 6.1 - 12.4	1.05 + 0.07 0.19 - 1.17	35.2 + 4.6 27.3 - 44.3
11	7.4 + 1.4 5.0 - 9.5	65.1 + 8.8 50.0 - 84.0	56.2 + 7.2 39 - 68	198.9 + 8.1 185 - 216	1.81 + 0.28 1.31 - 2.83	48.0 + 6.9 31.7 - 61.5	9.6 + 1.5 6.9 - 15.3	1.06 + 0.08 0.93 - 1.25	34.8 + 4.3 27.8 - 47.0
12	7.7 + 1.4 4.5 - 9.5	75.4 + 10.8 53.0 - 97.0	56.2 + 9.5 33 - 72	199.1 + 7.9 183 - 212	1.92 + 0.33 1.43 - 2.88	45.6 + 6.7 29.4 - 56.0	10.1 + 1.8 7.4 - 16.4	1.11 + 0.08 0.99 - 1.17	37.9 + 5.6 27.7 - 47.5

Tablica 2-6.: KORELACIJE SPIROERGOMETRIJSKIH VARIJABLI ZA SVAKU DOB POSEBNO

8 GOD	RQ	VEQ	FDMAX	O2P	FSMAX	MVDMAX	OPTMIN	VO2MAX	VO2REL
RQ	1.00	.58	.26	.09	.54	.61	.12	.32	.25
VEQ		1.00	.65	-.18	.34	.63	.29	.08	.24
FDMAX			1.00	-.20	.14	.40	.34	.06	.08
O2P				1.00	-.07	.52	.40	.90	.47
FSMAX					1.00	.45	.02	.20	.19
MVDMAX						1.00	.44	.78	.45
OPTMIN							1.00	.43	.70
VO2MAX								1.00	.51
VO2REL									1.00

9 GOD	RQ	VEQ	FDMAX	O2P	FSMAX	MVDMAX	OPTMIN	VO2MAX	VO2REL
RQ	1.00	.90	.05	-.24	.38	.68	.07	-.11	.02
VEQ		1.00	.33	-.26	.30	.75	.03	-.15	-.04
FDMAX			1.00	.04	-.01	.29	.07	-.01	.02
O2P				1.00	-.20	.36	.29	.90	.45
FSMAX					1.00	.34	-.10	.05	-.32
MVDMAX						1.00	.20	.51	.22
OPTMIN							1.00	.44	.75
VO2MAX								1.00	.50
VO2REL									1.00

10 GOD	RQ	VEQ	FDMAX	O2P	FSMAX	MVDMAX	OPTMIN	VO2MAX	VO2REL
RQ	1.00	.65	.29	-.02	.34	.47	.23	.09	.12
VEQ		1.00	.36	-.40	.44	.38	.32	-.20	-.16
FDMAX			1.00	.03	.16	.50	.30	.14	.30
O2P				1.00	-.13	.59	.09	.93	.49
FSMAX					1.00	.33	-.13	.19	.09
MVDMAX						1.00	.36	.76	.33
OPTMIN							1.00	.19	.46
VO2MAX								1.00	.51
VO2REL									1.00

11 GOD	RQ	VEQ	FDMAX	O2P	FSMAX	MVDMAX	OPTMIN	VO2MAX	VO2REL
RQ	1.00	.70	.21	-.50	.03	-.03	-.08	-.55	-.19
VEQ		1.00	.64	-.47	.02	.27	-.01	-.52	-.02
FDMAX			1.00	-.07	-.21	.41	.00	-.14	.02
O2P				1.00	-.14	.64	.08	.96	.27
FSMAX					1.00	.16	.05	.09	.12
MVDMAX						1.00	.04	.65	.20
OPTMIN							1.00	.13	.83
VO2MAX								1.00	.31
VO2REL									1.00

12 GOD	RQ	VEQ	FDMAX	O2P	FSMAX	MVDMAX	OPTMIN	VO2MAX	VO2REL
RQ	1.00	.85	.53	-.50	.06	.24	-.06	-.53	-.27
VEQ		1.00	.53	-.54	.05	.34	-.04	-.57	-.34
FDMAX			1.00	-.08	-.07	.51	.10	-.10	-.02
O2P				1.00	-.32	.54	-.09	.97	.25
FSMAX					1.00	-.03	-.10	-.12	-.19
MVDMAX						1.00	-.17	.54	-.09
OPTMIN							1.00	-.07	.73
VO2MAX								1.00	.26
VO2REL									1.00

ZAKLJUČAK

Cilj istraživanja bio je utvrđivanje longitudinalnih promjena maksimalnog primitka kisika i pridruženih spiroergometrijskih parametara kod dječaka u periodu od osme do dvanaeste godine. Uzorak od 28 dječaka je izvučen iz populacije zdravih učenika drugih razreda jedne od zagrebačkih osnovnih škola. Maksimalni primitak kisika mjereno je direktnom respiracijskom metodom pri kontinuiranom opterećenju tipa "vita maxima" na pokretnom sagu.

Maksimalni primitak kisika pokazuje značajan porast vrijednosti iz godine u godinu, s time da se razlike od mjerenja do mjerenja smanjuju, odnosno porast nije linearan. Relativni maksimalni primitak kisika također pokazuje tendenciju rasta, ali samo do 11. godine, dok se od 11. do 12. godine njegova vrijednost znatno smanjuje.

Prosječne vrijednosti apsolutnog i relativnog primitka kisika, uspoređene s rezultatima drugih istraživača, ukazuju na to da fizička sposobnost naše djece nije na zavidnom nivou.

Promatrano kroz promjene maksimalnog pulsa kisika, može se zaključiti da je adaptacija na fizičko opterećenje kod dječaka iz godine u godinu sve bolja i da srce radi ekonomičnije kod starijih.

Vrijednosti koje pokazuju stupanj iscrpljenosti pri maksimalnom opterećenju (max. frekvencija srca, respiracijski kvocijent i ventilacijski kvocijent) ne mijenjaju se značajno od 8. do 12. godine.

Diskriminativna analiza potvrdila je značajnost razlika između pojedinih godišta dječaka, s time da se struktura diskriminativnih faktora mijenja i to u smislu smanjenja diskriminativnih pokazatelja.

Tablica 7.: ARITMETIČKE SREDINE (X) I STANDARDNE DEVIJACIJE (SD) RAZLIKA SPIROERGOMETRIJSKIH VARIJABLI, NJIHOVA ZNAČAJNOST (F-test), MAHALANOBISOVA UDALJENOST IZMEĐU POJEDINIH MJERENJA I NJENA ZNAČAJNOST

	R(2-1)			R(3-2)			R(4-3)			R(5-4)		
	X	SD	F-test	X	SD	F-test	X	SD	F-test	X	SD	F-test
OPTMIN	0.2	18.5	.00	1.1	1.2	26.19	0.3	1.2	1.46	0.3	0.8	3.81
MVDMAX	12.3	7.2	84.96	6.2	10.2	10.65	4.3	8.4	7.80	10.3	9.9	31.44
FDMAX	2.0	10.7	1.04	-1.3	7.2	4.56	-1.6	7.8	1.26	-0.0	7.7	.00
FSMAX	6.5	10.1	11.99	2.1	1.2	.94	-0.0	7.3	.00	-0.2	6.5	.04
VO2MAX	0.28	0.17	80.43	0.27	0.21	49.18	0.16	0.22	15.11	0.12	0.18	13.10
VO2REL	5.7	6.1	25.46	2.6	7.9	3.14	0.4	7.4	0.6	-2.4	4.45	8.27
O2P	1.2	0.9	49.94	1.3	1.1	36.84	0.8	1.0	19.36	0.5	0.9	9.44
RQ	0.02	0.12	.90	-0.04	0.13	3.89	0.01	0.09	.16	0.06	0.07	20.80
VEQ	1.3	5.4	1.56	-3.0	7.0	5.31	-0.4	4.4	.25	3.1	4.5	14.10
Mahalanobisova udaljenost:		7.56			6.13			3.13			16.03	
T ² :		219.14			177.88			90.69			464.93	
F-test:		17.39			9.00			4.59			23.52	

LITERATURA

- Anderson, K.L., Rutenfranz, J., Seliger, V.: The rate of growth in maximal aerobic power of children in Norway. U: Pediatric Work Physiology, Medicine and Sport, **11** : 52-55, S. Karger, Basel, 1978.
- Astrand, P.O.: Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age. Munksgaard, Copenhagen, 1952.
- Bailey, D.A., Ross, W.D., Mirwald, R.L., Weese, C.: Size dissociation of maximal aerobic power during growth in boys. U: Pediatric Work Physiology, Medicine and Sport, **11** : 140-151, S. Karger, Basel, 1978.
- Brdarić, R., Adamović, K., Marković, P., Stanojević, I.: Aerobni i anaerobni kapaciteti u selekciji dječaka - mladih sportaša. Športnomedicinske objave, god. X, br. 7-9: 487-505, 1973.
- Brdarić, R., Matic, M., Đorđević, V., Marković, P.: Fizička radna sposobnost učenika uzrasta 7-15 godina. Športnomedicinske objave, god. XIV, br. 7-9, 491-505, 1977.
- Cerretelli, P., Aghemo, P., Rovelli, E.: Morphological and physiological observations on school children in Milan. Medicina dello sport, **3** : 731-743, 1963.
- Daniels, J., Oldridge, N.: Changes in oxygen consumption of young boys during growth and running training. Med. Sci. Sports, **3** : 161-165, 1971.
- Gerhardus, H.: Über den einfluss eines Leistungs-Ausdauertrainings im Kindersalter auf kardio-pulmonale Parameter. Disertacija, Deutsche Sporthochschule, Inst. für Kreislaufforschung und Sportmedizin, Köln, 1980.
- Grandmontagne, M.: Influence de niveau habituel d'activité sportive sur le développement de l'aptitude physique chez l'enfant de 11 à 16 ans. Medicine du Sport, **57** : 12-17, 1983.

Tablica 8.: STRUKTURA DISKRIMINATIVNIH FAKTORA

var/mj.	2-1	3-2	4-3	5-4
OPTMIN	.00	.38	.16	.10
MVDMAX	.62	.24	.33	.30
FDMAX	.07	-.17	-.12	.00
FSMAX	.23	.07	.04	-.01
VO2MAX	.61	.53	.45	.19
VO2REL	.34	.13	.04	-.19
O2P	.48	.46	.49	.16
RQ	.06	-.15	.06	.25
VEQ	.08	-.17	-.04	.22

- Grgić, Z., Ivančić-Košuta, M., Ropac, D.: Tjelesna sposobnost školske djece ruralnih krajeva SR Hrvatske. Kineziologija, **16** : 89-94, 1984.
- Ikai, M., Kitagawa, K.: Maximum oxygen uptake of Japanese related to sex and age. Med. Sci. Sports, **4** : 127-131, 1972.
- Kobayashi, K., Kitamura, K., Miura, M., Sodeyama, H., Murase, Y., Miyshita, M., Matsui, M.: Aerobic power as related to body growth and training in Japanese boys: a longitudinal study. J. Appl. Physiol., **44** : 666-672, 1978.
- Kobayashi, K., Kitamura, K., Ohta, J., Hayamizu, S., Matsui, H.: Development in aerobic power of Japanese school girls: a longitudinal study. Jap. Phys. Educ., **24** : 149-158, 1981.

14. Massicotte, D.R., Gauthier, R., Markon, P.: Prediction of VO₂ max from the running performance in children aged 7-17 years. *J. Sports. Med. Phys. Fitness.*, **25**, 1985, 10-17.
15. Medved, R., Pavišić-Medved, V.: Neki antropometrijski i funkcionalni pokazatelji učenika starije školske dobi. *Liječnički vjesnik*, 108, 11-12 : 480-487, 1986.
16. Paterson, D.H., Cunningham, D.A., Bumstead, L.A.: Recovery O₂ and blood lactic acid: longitudinal analysis in boys aged 11 to 15 years. *Eur. J. Appl. Physiol.* **55**, 1986, 93-99.
17. Radojević, Đ., Brdarić, R., Vranešić, M.: Anaerobni i aerobni radni kapacitet i uzrasne karakteristike djece školskog uzrasta. *Športnomedicinske objave*, god. X, 1-3 : 73-79, 1973.
18. Rode, A., Shepard, R.J.: Growth, development and fitness of the Canadian Eskimo. *Med. Sci. Sports*, **5** : 161-169, 1973.
19. Roth, J., Götze, H., Urban, D.: Ergebnisse spiroergometrischer Untersuchungen leistungsschwacher Schüler im Sportunterricht. *Med. u Sport*, **8** : 229-232, 1971.
20. Rutenfranz, J., Anderson, K.L., Seliger, V., Klimmer, F., Berndt, I., Ruppel, M.: Maximum aerobic power and body composition during the puberty growth period: Similarities and differences between children of two European countries. *Eur. J. Pediatr.*, **136**, 1981, 123-133.
21. Saris, W.H.M., Noordeloos, A.M., Rignalda, B.E.M., Van't Hof, M.A., Binkhorst, R.A.: Reference values for aerobic power of healthy 4- to 18-year-old Dutch children: preliminary results. U: Binkhorst, R.A., Kemper, H.C.G. i W.H.M. Saris (Ed.). *Children and Exercise XI*. Champaign, Illinois: Human Kinetic Publishers, Inc. 1985. (str. 151-160).
22. Schleusing, G., Luther, T.: Spiroergometrische Normwerte bei Kinder und Jugendlichen. *Med. u Sport*, **6** : 226-231, 1969.
23. Schwarz, V.B., Silla, R.V., Teoste, M.E.: Maximal oxygen uptake in children of different age groups. U: *Proceedings of The Third European Congress of Sports Medicine*, vol. III, Ed.: O. Artö, V. Grubich, I. Szmodis, Budapest, 1974, str. 909.
24. Seliger, V. i Bartunek, Z., Ed.: Mean values of various indices of physical fitness in the investigation of Czechoslovak population aged 12-55 years. ČSTV, Praha (ČSSR), 1976.
25. Sprynarova, S.: Longitudinal study of the influence of different physical activity programs on functional capacity of the boys from 11 to 18 years. *Acta Paediat. Belg.*, **28** : 204-213, suppl., 1974.
26. Sunnegardh, J., Bratteby, L.E.: Maximal oxygen uptake, anthropometry and physical activity in a randomly selected sample of 8 to 13 year old children in Sweden. *Eur. J. Appl. Physiol.*, **56**, 1987, 266-271.
27. Sprynarova, S., Parizkova, J., Bunc, V.: Relationships between body dimensions and resting and working oxygen consumption in boys aged 11 to 18 years. *Eur. J. Appl. Physiol.*, **56**, 1987, 725-736.
28. Wilmore, J.H., Sigerseth, P.O.: Physical work capacity of young girls, 7-13 years of age. *J. Appl. Physiol.*, **22** : 923-928, 1967.
29. Yamaji, K., Miyashita, M.: Oxygen transport system during exhaustive exercise in Japanese boys. *Eur. J. Appl. Physiol.*, **36**, 1977, 93-97.

Matković, Branka; Medved, Radovan, Matković, Bojan; Janković, Saša.

LONGITUDINAL CHANGES OF AEROBIC CAPACITY IN BOYS

Kineziologija, Zagreb 20 (1988), 2, S. 81-88, 4 Abb., Lit. 29

aerobic capacity / longitudinal research / boys / functional abilities

The investigation involved a sample of 28 boys from their eight to their twelfth year of age. Its aim was to establish longitudinal changes of maximum oxygen intake and the corresponding spiroergometric parameters. The sample was selected from a population of healthy grade two boys attending one of the primary schools in Zagreb. The measuring of maximum oxygen intake was carried out by direct respiration method during a continuous load of the "vita maxima" type on the moving carpet.

The maximum oxygen intake shows a significant value increase over the years, with the differences between measurements getting smaller, i.e. the increase is not linear. The relative maximum oxygen intake also shows a growing tendency but only up to the age 11, whereas its value between age 11 and 12 significantly drops.

The average absolute values and the relative oxygen intake, compared with results of other investigations, indicate that the physical fitness of our children is not of a satisfactory level.

Considering the changes of the maximum oxygen pulse, it may be concluded that adaptation to physical load in boys improves with age and that the heart works more economically in older boys.

The values indicating the level of exhaustion during maximum load (max. heart frequency, respiration quotient, ventilation quotient) do not change significantly between the age eight and twelve.

Бранка Маткович, Радован Медвед, Боян Маткович и Саша Янкович
факультет физической культуры
Загребского университета

ИЗМЕНЕНИЕ АЭРОБНОЙ ЕМКОСТИ У МАЛЬЧИКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА

В выборке, состоящей из 28 мальчиков, проведено исследование, с целью определения изменений максимального потребления кислорода и других сопровождающих спироэргометрических параметров, у мальчиков в возрасте от 8 до 12 лет. Группа испытуемых была выбрана среди здоровых учеников вторых классов одной из начальных школ в Загребе. Измерение максимального потребления кислорода проводилось при помощи прямого респираторного метода в течение непрерывной нагрузки типа "vita maxima" на бегущей дорожке.

Максимальное потребление кислорода каждый год увеличивается, но разница между последовательными результатами уменьшается. Относительное максимальное потребление кислорода также повышается, но только до 11-летнего возраста, а от 11 - до 12-летнего возраста оно значительно понижается.

Сравнение величин абсолютного и относительного потребления кислорода у наших мальчиков с результатами других исследователей указывает на то, что физические способности наших ребят на довольно низком уровне.

На основе изменений максимального пульса кислорода можно сделать вывод, что приспособление мальчиков к физической нагрузке с повышением возраста улучшается и что сердце работает более экономно у старших учеников, чем у младших.

Величины, определяющие степень истощения при максимальной нагрузке (максимальная частота сердца, коэффициент респирации и эквивалент вентиляции), в возрасте от 8 до 12 лет не изменяются значительно.